

هیدرات‌های گاز طبیعی

راهنمایی برای مهندسان

جان کارول

مترجمین

مهندس رحیم شادروانان، دکتر مهین شفیعی، دکتر محمد رنجبر

سرشناسه: کارول، جان ج.، ۱۹۵۸ - م. Carroll, John J.
عنوان و نام پدیدآور: هیدرات‌های گاز طبیعی / جان کارول؛ مترجمین رحیم شادروانان، مهین شفیعی، محمد رنجیر.
مشخصات نشر: کرمان: دانشگاه شهید باهنر (کرمان)، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری: ۳۴۶ص: جدول، نمودار.
فروست: انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان؛ ۳۴۳.
شابک: 978-600-201-028-5

وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا

یادداشت: عنوان اصلی: Natural gas hydrates: a guide for engineers, 2nd ed, c2009.

یادداشت: کتابخانه

موضوع: گاز طبیعی -- هیدرات‌ها
موضوع: هیدرات‌ها -- تجزیه و آزمایش
شناسه افزوده: شادروانان، رحیم، ۱۳۶۵ - ، مترجم
شناسه افزوده: شفیعی، مهین، ۱۳۴۲ - ، مترجم
شناسه افزوده: رنجیر، محمد، ۱۳۳۷ - ، مترجم
شناسه افزوده: دانشگاه شهید باهنر کرمان
رده بندی کنگره: TN۸۸۴/ک۲-ه۹ ۱۳۹۱
رده بندی دیویی: ۶۶۵/۷
شماره کتابشناسی ملی: ۲۷۷۸۷۰۳

هیدرات‌های گاز طبیعی (راهنمایی برای مهندسان)

تألیف: جان کارول

ترجمه: رحیم شادروانان، دکتر مهین شفیعی، دکتر محمد رنجیر

ناشر: انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان

طراح جلد: زهرا آقاعباسی

نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۱

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

لیتوگرافی و چاپ: چاپ فرهنگ کرمان

قیمت: ۷۲۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۲۰۱-۰۲۸-۵

ISBN: 978-600-201-028-5

کلیه حقوق برای دانشگاه شهید باهنر کرمان محفوظ است.

فهرست مطالب

پیش‌گفتار	۱۱
پیش‌گفتار مترجمین	۱۵
فصل اول: مقدمه	۱۷-۳۶
۱-۱ گاز طبیعی	۱۸
۲-۱ مولکول آب	۲۱
۳-۱ هیدرات‌ها	۲۷
۴-۱ آب و گاز طبیعی	۳۰
۵-۱ آب سنگین	۳۲
۶-۱ مطالعه بیشتر	۳۳
۷-۱ واحدها	۳۳
کتاب‌شناسی	۳۴
منابع	۳۵
پیوست فصل ۱: جدول تناوبی عناصر	۳۶
فصل دوم: انواع هیدرات‌ها و سازنده‌هایشان	۳۷-۷۶
۱-۲ هیدرات‌های نوع I	۳۷
۲-۲ هیدرات‌های نوع II	۴۰
۳-۲ هیدرات‌های نوع H	۴۰
۴-۲ اندازه مولکول مهمان	۴۱
۵-۲ n- بوتان	۴۳
۶-۲ سایر هیدروکربن‌ها	۴۴
۷-۲ سیکلو پروپان	۴۴
۸-۲ ۲- بوتن	۴۴
۹-۲ هیدروژن و هلیوم	۴۵
۱۰-۲ خصوصیات شیمیایی مولکول‌های بالقوه مهمان	۴۶

۴۶	۱۱-۲ سازندگان مایع هیدرات‌ها
۴۶	۱۲-۲ شرایط تشکیل هیدرات
۵۲	۱۳-۲ روابط $V+L_A+H$
۵۹	۱۴-۲ روابط L_A+L_H+H
۶۰	۱۵-۲ نقاط چهارگانه
۶۱	۱۶-۲ سایر سازنده‌های هیدرات
۶۳	۱۷-۲ تشکیل هیدرات در دمای صفر درجه سانتی‌گراد
۶۴	۱۸-۲ مخلوط‌ها
۶۸	مثال‌ها
۷۰	پیوست الف: فصل ۲: محتوای آب سیال در حال تعادل با هیدرات، برای اجزای خالص
۷۵	منابع

فصل سوم: روش‌های محاسباتی دستی ----- ۱۲۴-۷۷

۷۸	۱-۳ روش چگالی نسبی گاز
۸۵	۲-۳ روش فاکتور K
۹۳	۳-۳ روش بایلی-ویچرت
۹۶	۴-۳ سایر روابط و معادلات
۱۰۰	۵-۳ مطالبی پیرامون روش‌های ارائه شده
۱۱۰	مثال‌ها
۱۱۶	پیوست فصل ۳: نمودارهای فاکتور K
۱۲۳	کتاب‌شناسی
۱۲۳	منابع

فصل چهارم: روش‌های محاسباتی رایانه‌ای ----- ۱۴۷-۱۲۵

۱۲۵	۱-۴ تعادل فازي
۱۲۷	۲-۴ مدل واندروالس و پلاتیو
۱۲۷	۳-۴ مدل پاریش و پراوسنیتز
۱۲۹	۴-۴ مدل انجی و رابینسون
۱۲۹	۵-۴ محاسبات
۱۳۱	۶-۴ بسته‌های نرم‌افزاری تجاری
۱۳۲	۷-۴ دقت نرم‌افزارها
۱۴۴	۸-۴ حذف آب از گاز طبیعی (آب‌زدایی)
۱۴۶	۹-۴ حد خطا
۱۴۶	مثال‌ها
۱۴۷	منابع

فصل پنجم: جلوگیری از تشکیل هیدرات با استفاده از مواد شیمیایی ----- ۱۴۹-۱۹۲

۱-۵	کاهش نقطه انجماد	۱۵۱
۲-۵	معادله همراهشیت	۱۵۴
۳-۵	معادله نیلسن - باکلین	۱۵۵
۴-۵	یک روش جدید	۱۵۶
۵-۵	محلول‌های شورآب	۱۶۲
۶-۵	معادله اوبترگارد و همکارانش	۱۶۴
۷-۵	توضیحی پیرامون روش‌های ساده	۱۶۷
۸-۵	روش‌های محاسباتی پیشرفته	۱۶۸
۹-۵	یک مورد احتیاطی	۱۶۹
۱۰-۵	محلول آمونیاک	۱۷۰
۱۱-۵	استون	۱۷۰
۱۲-۵	تبخیر بازدارنده‌ها	۱۷۲
۱۳-۵	توضیحی پیرامون نرخ‌های تزریق	۱۷۹
۱۴-۵	ملاحظات ایمنی	۱۷۹
۱۵-۵	هزینه مواد شیمیایی بازدارنده	۱۸۱
۱۶-۵	بازدارنده‌های کم غلظت هیدرات	۱۸۲
	مثال‌ها	۱۸۵
	کتاب‌شناسی	۱۹۱
	منابع	۱۹۱

فصل ششم: آب‌زدایی گاز طبیعی ----- ۱۹۳-۲۱۷

۱-۶	ویژگی آب محتوا	۱۹۴
۲-۶	آب‌زدایی گلیکولی	۱۹۴
۳-۶	غریبال‌های مولی (مولکولی)	۲۰۵
۴-۶	سردسازی	۲۱۱
	مثال‌ها	۲۱۴
	منابع	۲۱۷

فصل هفتم: مقابله با هیدرات‌ها با استفاده از گرما و فشار ----- ۲۱۹-۲۵۳

۱-۷	انسدادها	۲۱۹
۲-۷	استفاده از حرارت	۲۲۰
۳-۷	کاهش (تخلیه) فشار	۲۳۱
۴-۷	ذوب کردن یک انسداد با استفاده از حرارت	۲۳۳
۵-۷	ساختمان‌ها	۲۳۵

۲۳۶	۶-۷ هزینه‌های سرمایه‌گذاری
۲۳۷	مثال‌ها
۲۴۰	پیوست: خروجی‌های برنامه "اتلاف حرارت خط لوله" برای مثال‌های موجود در متن
۲۵۳	منابع

فصل هشتم: خصوصیات فیزیکی هیدرات‌ها ----- ۲۵۵-۲۶۵

۲۵۵	۸-۱ جرم مولی
۲۵۷	۸-۲ چگالی
۲۵۸	۸-۳ آنتالپی ذوب
۲۵۹	۸-۴ ظرفیت گرمایی
۲۶۰	۸-۵ قابلیت هدایت حرارتی
۲۶۰	۸-۶ خصوصیات مکانیکی
۲۶۱	۸-۷ حجم گاز موجود در هیدرات
۲۶۲	۸-۸ یخ در مقابل هیدرات
۲۶۲	مثال‌ها
۲۶۵	منابع

فصل نهم: نمودارهای فازی ----- ۲۶۷-۲۹۰

۲۶۷	۹-۱ قانون فاز
۲۶۸	۹-۲ توضیحاتی پیرامون فازها
۲۶۹	۹-۳ سیستم‌های تک جزئی
۲۷۲	۹-۴ سیستم‌های دو جزئی
۲۸۲	۹-۵ رفتار فازی در دماهای کمتر از صفر درجه سانتی‌گراد
۲۸۴	۹-۶ سیستم‌های چند جزئی
۲۸۷	مثال‌ها
۲۹۰	منابع

فصل دهم: محتوای آب گاز طبیعی ----- ۲۹۱-۳۲۴

۲۹۱	۱۰-۱ تعادل با آب مایع
۳۰۶	۱۰-۲ تعادل با جامدات
۳۱۷	مثال‌ها
۳۲۰	منابع
۳۲۱	پیوست: خروجی‌های برنامه AQUALibrium برای مثال ۱۰-۳

فصل یازدهم: مباحث تکمیلی ----- ۳۲۵-۳۴۰

۱-۱۱	انبساط ژول - تامسون.....	۳۲۵
۲-۱۱	تشکیل هیدرات در مخزن در طی عملیات تولید.....	۳۳۰
۳-۱۱	جریان در چاه.....	۳۳۱
۴-۱۱	انتقال.....	۳۳۳
۵-۱۱	وقوع طبیعی هیدرات‌ها.....	۳۳۴
	مثال‌ها.....	۳۳۷
	منابع.....	۳۴۰
پیوست: برنامه‌های موجود در سایت اینترنتی این کتاب ----- ۳۴۱-۳۴۶		

پیش گفتار ویرایش اول

هیدرات‌های گازی از اهمیت خاصی در نزد کارکنان صنعت گاز طبیعی برخوردار هستند. از این‌رو مخاطبان اصلی این کتاب مهندسين و دانشمندان هستند که در این زمینه کار می‌کنند. آنچه در این کتاب به آن‌ها اشاره خواهد شد عبارتند از:

- ابزارهایی برای پیش‌بینی تشکیل هیدرات‌ها

- جزئیاتی در رابطه با نحوه مقابله با هیدرات‌ها

منشأ نوشته شدن این کتاب، برگزاری یک دوره یک روزه برای مهندسانی بود که در صنایع گاز طبیعی کار می‌کردند. این مهندسين در شرکت‌های تولید، فرآوری و توزیع گاز طبیعی مشغول به کار بودند و در واقع این کتاب از بسط و گسترش دادن همان مطالب کلاسی ایجاد شده است.

افراد زیادی وجود دارند که در خارج از حوزه گاز طبیعی فعالیت می‌کنند اما به موضوع هیدرات‌ها علاقه داشته و این موضوع برای آن‌ها نیز دارای ارزش و اهمیت است. از میان این افراد می‌توان به اقیانوس‌شناسانی که در پی مطالعه ذخایر و نهشته‌های هیدراتی در کف دریاهای سرتاسر جهان هستند، ستاره‌شناسانی که مشغول بررسی احتمال وجود هیدرات‌ها بر روی سایر سیارات منظومه شمسی و سایر اجرام آسمانی هستند و نیز تمامی کسانی که درباره این ترکیبات جالب کنجکاو هستند، اشاره کرد.

ساختار این کتاب اندکی غیرمعمول است. فصل‌های کتاب مستقل از یکدیگرند اما تمامی آن‌ها دربرگیرنده مطالبی در حد آشنایی و معرفی، تا کاربردها و مطالب پیچیده‌تر هستند. گاهی اوقات لازم است تا خواننده برای درک یک مفهوم در یک فصل، به فصل‌های بعدی مراجعه کند. این امر هر چند نامطلوب، اما ضروری است.

هدف اصلی این کتاب، شرح و توضیح دقیق چستی هیدرات‌های گازی، شرایط تشکیل هیدرات‌ها، راه‌های مقابله با تشکیل هیدرات‌ها و نظریات مربوط به هیدرات‌های گازی است.

سازمان‌دهی و ارائه مطالب به گونه‌ای است که مهندسان بتوانند از اطلاعات موجود در کتاب، در کارهای روزمره خود بهره ببرند.

در برخی از بخش‌های کتاب، به ویژه بخش‌های مربوط به آب‌زدایی، محاسبات هدر رفت

حرارتی خطوط لوله و طراحی سیستم گرمایش خط لوله لازم است تا خواننده توانایی خوبی در زمینه محاسبه خواص فیزیکی گاز طبیعی داشته باشد. این کتاب به موضوع خواص گاز طبیعی پرداخته است.

جان کارول

www.ketab.ir

پیش‌گفتار مترجمین

هیدرات‌های گازی در صنایع نفت و گاز به ویژه تشکیل این جامدات بلورین در خطوط بهره‌برداری و انتقال گاز از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشند. فقدان یک منبع فارسی جامع که با دید مهندسی رویکرد طراحی به این موضوع نگریسته باشد، ضرورت تدوین یا ترجمه کتابی در این خصوص را بارز می‌نماید.

کتاب «هیدرات‌های گاز طبیعی» حاصل ترجمه اثری است که توسط دکتر جان کارول تألیف شده و در سال ۲۰۰۹ میلادی دومین ویرایش آن توسط انتشارات Elsevier به چاپ رسیده است. این کتاب مشتمل بر ۱۱ فصل و از جمله جدیدترین منابعی است که در زمینه هیدرات‌های گازی و با دید مهندسی به چاپ رسیده است و می‌تواند به عنوان منبعی مفید برای دانشجویان رشته‌های مرتبط با مهندسی نفت و گاز و نیز طراحان و کارشناسان خطوط انتقال نفت و گاز مورد استفاده قرار گیرد.

با وجود تمام تلاش‌هایی که به منظور ارائه یک ترجمه روان و فاقد اشکال صورت پذیرفته است، نمی‌توان آن را عاری از خطا دانست. از این‌رو از تمامی اساتید، دانشجویان و پژوهشگران گرامی تقاضا داریم که نظرات و پیشنهادات اصلاحی خود را به پست الکترونیکی natural.gas.hydrates@gmail.com ارسال و ما را در رفع نواقص یاری رسانند.

یاد و خاطره مرحوم مهندس علیرضا افضلی‌پور و بانو فاخره صبا، بنیان‌گذاران دانشگاه در کرمان را گرامی و اجر معنوی این اثر را به روح ملکوتی‌شان تقدیم می‌داریم. مترجمان این اثر بر خود فرض می‌دانند از هیأت داوران، شورای انتشارات و مرکز چاپ و نشر دانشگاه شهید باهنر کرمان برای همکاری صمیمانه، مساعدت و انتشار این اثر صمیمانه تشکر نمایند.

مهندس رحیم شادروانان، دکتر مهین شفیعی، دکتر محمد رنجبر

مهر ماه ۱۳۹۰